Aus dem Zahnärztlichen Institut der Universität Marburg
Direktor: Professor Dr. Hans Fliege.

Kritische Betrachtungen über die Methoden der mechanischen Wurzelkanalbearbeitung

INAUGURAL-DISSERTATION
ZUR ERLANGUNG DES DOKTORGRADES
IN DER ZAHNHEILKUNDE
DER HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER PHILIPPS-UNIVERSITÄT ZU MARBURG

vorgelegt von

Kurt Schlottmann
Zahnarzt aus Habinghorst

MARBURG-LAHN 1940
BUCHDRUCKEREI HERMANN BAUER

Angenommen von der Medizinischen Fakultät
zu Marburg am 23. 2. 1940.

Gedruckt mit Genehmigung der Fakultät.

Referent: Professor Dr. H. Fliege.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern
in Dankbarkeit gewidmet

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	5
2. Allgemeines über die Wirkungsweise der Kanalinstrumente innerhalb der Zahnwurzel	7
3. Eine kritische Betrachtung der gebräuchlichsten Wurzelkanalinstrumente	9
4. Die Präparation der Kavität und des Kronenpulpakavums zur Durchführung von Wurzelbehandlungen	14
5. Die Bedeutung der Erweiterung der Wurzelkanaleingänge für mechanische Kanalbearbeitung	18
6. Untersuchung der Wirkungsweise einiger Wurzelkanaleingangserweiterer	21
7. Der maximale Abstand der Molaren des Ober- und Unterkiefers bei geöffnetem Munde in seiner Bedeutung für die Anwendung von Maschineninstrumenten bei der Wurzelbehandlung im Seitenzahnbereich	25
8. Zusammenfassung	26
9. Nachweis des Schrifttums	27

1. Einleitung.

Die Fortschritte in der Erkenntnis der Biologie und Pathologie der Zähne und des Periodontiums, die schlechten Erfahrungen mit wurzelbehandelten Zähnen und die Beobachtungen auf dem Gebiete der dentalen Fokalinfektion haben immer wieder die Anregung gegeben, die Methoden der Wurzelbehandlung noch weiter zu vervollkommnen. Daß die Ergebnisse der Wurzelbehandlung in einem sehr hohen Prozentsatz der Fälle negativ sind, zeigte Euler vor mehreren Jahren an Hand von Röntgenuntersuchungen. Euler prüfte 500 vollkommen reaktionslose Zähne wegen Verdachtes auf fokale Infektion. Hierbei ergab sich, daß die Zähne, die eine unvollständige Wurzelfüllung ($^1/_4$—$^1/_3$) hatten, in allen Fällen pathologische Veränderungen am apikalen Periodontium aufwiesen. Wenn Euler aber an Zähnen, bei denen eine vollständige Wurzelfüllung erreicht wurde, nur in etwa 50% der Fälle röntgenologisch ein unverändertes apikales Periodontium feststellen konnte, so ist das doch ein außerordentlich ungünstiges Ergebnis.

Mancherlei Umstände sind in der Lage, den Erfolg einer Wurzelbehandlung zu vereiteln. Eine große Rolle spielt dabei die Gestalt der Wurzelkanäle (Abb. 1), welche zuweilen so kompliziert gebaut sind, daß z. B. eine „totale Exstirpation" der Pulpa, d. h. eine vollkommene Ausräumung des Wurzelkanalinhaltes unmöglich ist, auch dann, wenn alle in Frage kommenden chemischen und mechanischen Mittel angewandt werden. Diese Tatsache darf nun nicht dazu verleiten, bei gegebener Indikation auf jeden Versuch einer Wurzelkanalreinigung überhaupt zu verzichten. Je gründlicher ein solcher Wurzelkanal von seinem Inhalt befreit wird, desto nachhaltiger können die eingeführten Medikamente ihre Wirkung entfalten.

Neben der Verbesserung der Technik der Wurzelbehandlung und Wurzelfüllung, soweit diese auf zweckmäßigerer Auswahl der Medikamente, Füllmaterialien usw. beruht, spielt die Verbesserung der Methode der mechanischen Wurzelkanalerschließung und -erweiterung eine wesentliche Rolle.

Bei der Durchsicht des sich speziell mit der Wurzelkanalpräparation befassenden Schrifttums kann bald festgestellt werden, daß schon vor verhältnismäßig langer Zeit die Frage, auf welche Weise die Wurzelkanäle am einfachsten und sichersten zu „reinigen"

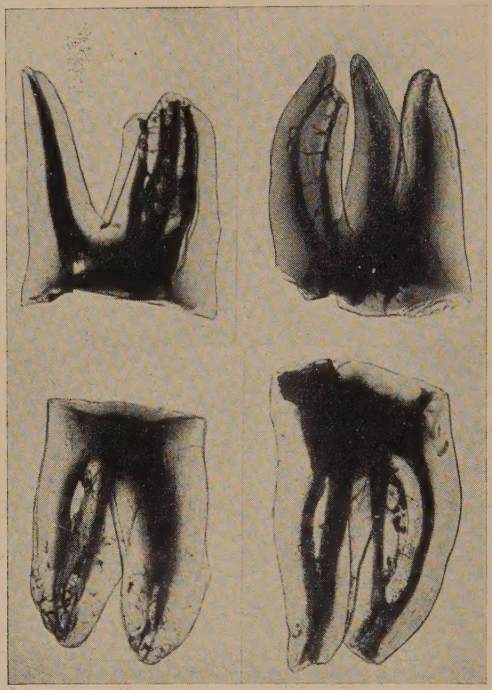


Abb. 1. Zwei obere und zwei untere Molaren. Die Abbildungen zeigen den komplizierten, verästelten Bau der Wurzelkanäle. (Aus: Walkhoff, Mein System der medikamentösen Behandlung schwerer Erkrankungen der Zahnpulpa und des Periodontiums.)

seien, den verschiedenen Instrumenten bezw. Methoden gegenüber zur Stellungnahme zwang. Eine Anzahl von Autoren sah sich veranlaßt, von einer mechanischen Kanalbearbeitung ganz abzusehen, andere Autoren wiederum unterzogen die vielen als brauchbar empfohlenen Instrumente einer Kritik. Die Bedenken beim Gebrauch irgendwelcher Wurzelkanalerweiterer liegen in der Gefahr der Perforation der Kanalwand und der Fraktur des Instrumentes. So erklärt es sich, daß trotz des Vorhandenseins zahlreicher Spezialinstrumente die Suche nach einem idealen mechanischen Hilfsmittel noch keineswegs von Erfolg gekrönt ist.

Mancherlei grundsätzliche Forderungen müssen gestellt werden, wenn das Ziel einer völligen Erschließung des Kanales erreicht werden soll; viele natürliche Gegebenheiten sind imstande, dieses

Ziel unerreichbar zu machen. Im folgenden Abschnitt soll untersucht werden, wie sich ein im Wurzelkanale arbeitendes Instrument verhält und welche Anforderungen man an ein solches überhaupt stellen darf.

2. Allgemeines über die Wirkungsweise der Kanalinstrumente innerhalb der Zahnwurzel.

Die Gefahr der Perforation bzw. der Fraktur des Wurzelkanalinstrumentes ist vielfach als Grund dafür angesehen worden, auf eine mechanische Wurzelkanalbearbeitung ganz zu verzichten. Beide gleich üblen Zufälle erklären sich durch das Vorhandensein einer starken Obturation oder einer mehr oder weniger starken Abkrümmung, nicht selten auch durch beides:

a) Hat der Kanal, der erschlossen werden soll, noch ein — wenn auch verhältnismäßig enges — Lumen und außerdem einen geraden Verlauf, so ist die Möglichkeit einer Perforation der Kanalwand praktisch sehr gering; auch eine Fraktur des Instrumentes, einwandfreies Material und vorschriftsmäßige Handhabung desselben vorausgesetzt, ist praktisch kaum möglich. Jedes geeignete Instrument wird durch das natürliche Lumen des Kanales in seiner Richtung geleitet und hat lediglich die Aufgabe, den Kanal zu erweitern. (Abb. 2 a).

b) Schwieriger liegen die Verhältnisse, wenn — auch bei gestrecktem Bau der Wurzel — der Kanal vollständig oder nahezu vollständig obturiert ist. Nun fehlt das Lumen, das im unter a) angenommenen Falle dem arbeitenden Instrument die Richtung wies. Trotzdem ist eine Perforation zu vermeiden, wenn man sich eine genaue Kenntnis der Achsenrichtung der Wurzel verschafft, die in vielen Fällen durch Anfertigung einer Röntgenaufnahme gewährt wird. Es ist lediglich darauf zu achten, daß das Instrument genau in der Wurzelrichtung arbeitet. Sehr wichtig ist dabei die Präparation des cervikalen Kanalanteiles, da dieser für die Richtung des Instrumentes ausschlaggebend ist.

Die Frakturgefahr ist nicht so weitgehend auszuschalten. In der nahezu kompakten Dentinsubstanz findet das Instrument nicht leicht einen Angriffspunkt; namentlich gilt dies für fräsende Instrumente. Man ist nun geneigt, um die eintretende Verlangsamung des Arbeitsganges zu kompensieren, einen höheren Druck anzuwenden oder es wird bei Maschineninstrumenten eine höhere Umdrehungsgeschwindigkeit eingeschaltet, wodurch das Instrument plötzlich angreift, sich im harten Zahnbein festklemmt und zerbricht. (Abb. 2 b).

c) Als dritte Möglichkeit kommt eine Wurzel in Betracht, die zwar einen hinlänglich weiten Kanal aufweist, aber stark abge-

krümmt ist. Wird zur Aufbereitung eines so gestalteten Kanales ein sehr dünnes, hoch elastisches Instrument verwandt, so folgt es diesem ohne weiteres bis zum Apex. Man ist also imstande, den Kanal durch rotierende bzw. feilende Bewegungen ziemlich ohne das Risiko einer Wurzelperforation oder Instrumentenfraktur aufzubereiten. Wird aber ein verhältnismäßig dickes oder wenig elastisches Instrument gewählt, so folgt dieses, da es im gekrümmten Kanal geklemmt wird, nicht so weitgehend dem vorgebildeten Wege. Tritt es nun in Tätigkeit, so macht es seine Tendenz, in seine frühere, gestreckte Form zurückzukehren, in starkem Maße geltend. Es fräst nicht gleichmäßig an der gesamten Rundung der Kanalwand, sondern vornehmlich an dem Wandteil, der es in die abgekrümmte Bahn zwingt! Die Wand wird mehr und mehr ausgefräst und schließlich durchbrochen. Dadurch ist eine Perforation entstanden, gerade an der Stelle, wo der cervikale Kanalteil — sich krümmend — in den apikalen Teil übergeht. (Abb. 2 c).

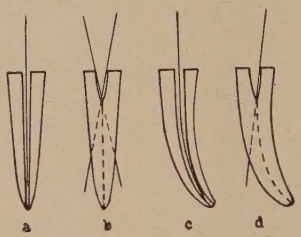


Abb. 2. Schematische Darstellung von geraden (a und b) und gekrümmten (c und d) Zahnwurzeln. Die als feine Sonden dargestellten Wurzelkanalinstrumente vermögen den weiten Kanälen (a und c) ohne weiteres zu folgen, während sie bei Wurzeln mit stark obturierten (gestrichelt gezeichneten) Kanälen evtl. einen „falschen Weg" in das Zahnbein präparieren (b und d).

d) Als letzter Fall wäre eine Wurzel zu erwähnen, die neben einer starken Abkrümmung noch eine mehr oder weniger weitgehende Obturation des Kanallumens zeigt. Nach dem in den Abschnitten a—c Gesagten ist eine Perforation unvermeidlich und die Möglichkeit einer Instrumentenfraktur sehr groß. (Abb. 2 d).

Wir haben nach diesen Beispielen alle vorkommenden Arten von Wurzelkanälen ohne Rücksicht auf sonstige anatomische Besonderheiten in 4 Typen eingeteilt, die selbstverständlich als extreme Fälle anzusehen sind. Auf diese systematische und vielleicht etwas starre Einteilung glaubten wir nicht verzichten zu können, da hierdurch einerseits klar herausgestellt wird, welche große Bedeutung die primäre Beschaffenheit der Zahnwurzel und des Kanales für den Erfolg der Arbeit hat, andererseits aber die Frage, ob nicht durch

Besonderheiten der Kavitätenpräparation und die Vorbereitung des Einganges insbesondere abgekrümmter Kanäle, die Wirksamkeit der Kanalinstrumente erhöht und die Gefahr der Fraktur und der Perforation vermindert werden kann, in einem neuen Lichte erscheint. Diese Frage zu untersuchen, wird die Aufgabe des 4. und 5. Abschnittes vorliegender Arbeit sein.

Bevor nun die Stellungnahme verschiedener Autoren zu den gebräuchlichsten Wurzelkanalinstrumenten wiedergegeben wird, sei darauf hingewiesen, daß sämtliche Instrumente den in den Abschnitten a—d gebrachten Beispielen unterworfen sind und von deren Gegebenheiten maßgeblich beeinflußt werden!

3. Eine kritische Betrachtung der gebräuchlichsten Wurzelkanalinstrumente.

Zu den bekanntesten Wurzelkanalinstrumenten gehören in erster Linie die Beutelrockbohrer, weiterhin die Reibahlen nach Walkhoff, die Bohrer nach Lapuse und die Gleitbohrer nach Gates. Dieser Gruppe der bohrenden oder fräsenden Instrumente stehen die Feilen nach Hedström, die diesen ähnlichen Feilen der Antaeos-Werke, die Rattenschwanzfeilen nach Prinz und die Kerrfeilen gegenüber. Von diesen Instrumenten ist der Beutelrockbohrer wohl am heftigsten umstritten. Bemerkenswert scheint uns eine Kritik von Schlemmer zu sein, die auszugsweise wiedergegeben werden soll:

„Ein wesentlicher Fortschritt im Instrumentarium für die Wurzelkanalerweiterung erscheint mir durch die Einführung der Erweiterer und Feilen von Kerr gegenüber den bis dahin ausschließlich verwendeten Beutelrockbohrern gemacht worden zu sein.

Abgesehen von der ganz vorzüglichen Qualität des Stahles sind das meines Wissens die ersten Instrumente, welche der Form des Wurzelkanales entsprechen. Alle bisher in Verwendung stehenden Wurzelkanalinstrumente, die glatten und gezähnten Nervnadeln sowie auch die Beutelrockbohrer haben in ihrer ganzen Länge den gleichen Durchmesser, was, wie ich im folgenden erläutern will, besonders bei schneidenden Instrumenten eine Reihe von Nachteilen hat.

Betrachten wir einmal den Unterschied der Leistungsfähigkeit eines Kerrerweiterers und eines Beutelrockbohrers im Wurzelkanal. Der im Längsschnitt spitzkegelförmige Kerrerweiterer liegt mit seiner ganzen in den Wurzelkanal eingedrungenen Länge den Zahnbeinwänden an und dringt, bei der Rotation das Lumen des Kanales trichterförmig erweiternd, gegen die Wurzelspitze vor. Der Beutelrockbohrer ist dagegen nur mit seinem zugespitzten Ende mit den Kanalwänden in Berührung und arbeitet sich, den Wurzelkanal zylindrisch erweiternd, vor, wobei er wegen seiner kurzen Führung im Kanal leicht von der axialen Richtung abweichen und einen falschen Weg schaffen kann. Aber auch ohne von der Richtung abzukommen, wird der Beutelrockbohrer, durch den apikalwärts immer enger werdenden Kanal am gleichmäßigen Vordringen gehindert, bald eine Stufe in die Dentinwand einschneiden.

Der nächste stärkere Bohrer wird entweder die von seinem Vorgänger geschaffene Stufe vertiefen oder etwas kronenwärts davon eine zweite Stufe einschneiden. Daher kann man bei Verwendung von Beutelrockbohrern bisweilen beobachten, daß der erweiterte Kanal allmählich kürzer wird.

Noch ein anderer unerwünschter Effekt wird durch den Kerrerweiterer vermieden. Wenn die Spitze des Beutelrockbohrers auch nur unter leichtem Drucke arbeitend das Foramen apikale erreicht hat, so kann ihr nach Perforation desselben, insbesondere wenn ein Resorptionsherd über der Wurzelspitze vorhanden ist, ein langes Stück des gleichmäßig starken Bohrers folgen, ruckartig in das periapikale Gewebe vordringen und unter Umständen eine arge Verletzung mit schwer stillbarer Blutung oder eine septische Infektion der Spongiosa verursachen. Der Kerrerweiterer kann nach der Perforation der Wurzelspitze nicht ruckartig weiter durchstoßen, weil ihn der zunehmende Querschnitt des proximalen Bohrerteiles daran hindert.

Schließlich sei noch der Bruchgefahr aller Wurzelkanalinstrumente gedacht. Sie wird um so geringer sein, je unbedeutender der Widerstand ist, den der Bohrer bei der Rotation zu überwinden hat oder mit anderen Worten, je genauer die Form und Stärke des Instrumentes dem Lumen des Wurzelkanales entspricht. . . . Der Beutelrockbohrer arbeitet so lange, bis er das apikalwärts sich verengernde Wurzelkanallumen in einen gleichweiten, zylindrischen Kanal umgewandelt hat, nur mit seinem vorderen Anteil. Dabei kann dieser Teil des Instrumentes in den Wurzelkanal bis zur Rotationsunmöglichkeit eingebohrt und schließlich abgedreht werden. Der Kerrerweiterer hat dank seiner spitzkegelförmigen Gestalt in seiner ganzen Länge mit der Dentinwand Kontakt und wird, ohne Druck angewendet, im Wurzelkanal zunächst leer laufen und erst bei zunehmendem Drucke in der Richtung der Längsachse der Wurzel dieselbe trichterförmig erweitern. . . ."

Schlemmer ist nicht der einzige, der so entschieden für die Kerrinstrumente Partei ergreift; auch Stein, der an 500 Zähnen Kanalpräparationen vorgenommen hat, erzielte mit „Original-Kerrinstrumenten" die besten Ergebnisse.

Rebel sagt von zwei Arten von Wurzelkanalinstrumenten folgendes:

„Bekannte Vertreter der sog. Wurzelkanalbohrer sind der Beutelrockbohrer und der Gleitbohrer von Gates. Diese fräsen, also erweitern Kanäle nur, wenn sie ohne zu klemmen in den zu erweiternden Kanal eingeführt werden können. Ist das nicht möglich, so können sie nicht verwendet werden. Ihre Bohrspitzen vermögen dünne Zahnbeinschichten leicht zu durchbohren! In engen Kanälen klemmen sie leicht, sodaß sie abgedreht werden. Diese Bohrer sind in ungeübter Hand geradezu gefährliche Instrumente, dem Erfahrenen sind sie aber unentbehrlich und eine große Hilfe. Es ist verständlich, daß die Beurteilung widersprechend ist. Während die einen sie begeistert empfehlen (z. B. Rothman, Blum u. a.), werden sie von anderen sehr schlecht beurteilt, ja gemieden (Balters, Walkhoff, Schlemmer). Wir sind der Meinung der erstgenannten, solche Kanalbohrer stellen ausgezeichnete, unentbehrliche Instrumente dar, nur lasse der Unerfahrene und der Eilige die Hand davon. . . ."

Mit den von Walkhoff angegebenen mehrkantigen Reibahlen hat u. a. Balters „vorzügliche" Ergebnisse erzielt. Balters

konnte von 452 Zähnen — untersucht wurden nur zwei- und dreiwurzlige Molaren jeglichen Alters mit zusammen 1105 Wurzelkanälen — 1095 Kanäle durchgängig machen, das sind 99%. Münch schreibt über die Reibahlen, sie seien „weniger gefährlich, aber auch weniger wirksam" als die Beutelrockbohrer.

Siegel nimmt entschiedene Stellung gegen den Gebrauch von Wurzelkanalerweiterern ein und verwirft vor allen Dingen die Gleitbohrer nach Gates.

Lapuse schreibt über das von ihm angegebene Instrument u. a. folgendes:

„Das Prinzip der Neuerung besteht in der Kombination der exkavierenden Eigenschaft eines Rundbohrers, der Elastizität eines entsprechend gearbeiteten Bohrerschaftes und der führenden Eigenschaft einer aufgesetzten fein zulaufenden Spitze. Der Rundbohrer erweitert abgestuft in den einzelnen Größen nach Fall und Wunsch den Kanal und entfernt bei richtiger Anwendung schonend den Kanalinhalt. Der elastische Schaft gibt die Möglichkeit, in bestimmten Grenzen der Wurzelkrümmung zu folgen. Die Führungsspitze erleichtert das Auffinden des Kanaleinganges und vermeidet eine Trepanation der Kanalwand."

Lapuse empfiehlt die Anwendung seines Bohrers besonders bei den Molaren. Ein Vorteil des Bohrers sei die durch seine Kugelgestalt bedingte Möglichkeit, Krümmungen der Wurzelkanäle leicht zu überwinden. Bei stark gekrümmten Wurzeln sei eine gewisse Vorsicht angebracht, um ein Abbrechen des Bohrers zu vermeiden.

Stoebbe lehnt den Gebrauch des von Lapuse angegebenen Instrumentes ab. Nach seiner Ansicht kommt die Anwendung des neuen Bohrers nur bei „geradwurzligen" Zähnen wie Schneide- und Eckzähnen und auch evtl. bei Prämolaren in Betracht. Im Gegensatz zu Lapuse verwirft er den Gebrauch des Bohrers bei Zähnen mit gekrümmten Wurzeln (Molaren), da die Gefahr der Fraktur des Bohrers zu groß sei. Stoebbe empfiehlt die Anwendung des „altbewährten" Beutelrockbohrers.

Bei den von uns selbst angestellten Versuchen über die Wirkungsweise des Bohrers von Lapuse sind wir zu folgenden Ergebnissen gekommen:

Der Bohrer arbeitet sich in einem geraden Wurzelkanal, der gängig ist, nur so lange vor, wie der Durchmesser der konischen, zur Führung dienenden Spitze geringer ist als der des Kanallumens, oder mit ihm übereinstimmt. Verjüngt sich der Kanal weiterhin, so stellt der Bohrer seine Arbeit ein, da die glatte Führungsspitze sich nun nicht mehr vorschieben kann und den auf diese folgenden eigentlichen Bohrerkopf ebenfalls am Vordringen hindert. Benutzt man den Bohrer bei einem abgekrümmten Kanal, so folgt er dessen relativ wenig gekrümmtem Anfangsteil ohne weiteres. Ist aber die

Stelle einer stärkeren Abkrümmung erreicht, so befindet sich die dem Bohrerkopf vorausgehende Spitze bereits im gekrümmten Kanalteil, während der Bohrerkopf nebst seinem Schaft selbst noch im gestreckten Kanalteil rotieren. Die Spitze des Bohrers liegt nun nicht mehr glatt der Kanalwand an, sondern bildet einen mehr oder weniger stumpfen Winkel mit dieser, wird gezwungen, an der Wand einseitig entlang gleitend, der Abkrümmung zu folgen und bricht ab. Die konische Spitze, losgelöst vom eigentlichen Bohrer, bildet für die weitere Kanalbearbeitung ein schwer überwindbares Hindernis, während der Bohrer, seiner Spitze und damit der Führung im Kanal beraubt, nun dessen Wand perforieren kann, falls sich das Abbrechen der Spitze unbemerkt vollzog.

Der Gleitbohrer von Gates ist nach ähnlichen Prinzipien konstruiert wie der Bohrer von Lapuse und birgt demnach ähnliche Gefahren in sich wie dieser.

Beide Instrumente kommen demnach nicht als eigentliche Wurzelkanalerweiterer, sondern nur als Kanaleingangserweiterer in Betracht und werden als solche später besprochen.

Diesen als Fräsen wirkenden Instrumenten stehen die als Feilen zu handhabenden gegenüber. Münch schreibt:

„Wir gebrauchen seit längerer Zeit Wurzelkanalfeilen nach Hedström, sowie Antaeos-Feilen. Beide Fabrikate haben sich zu unserer restlosen Zufriedenheit bewährt, sodaß wir alle anderen Hilfsmittel entbehren können. Diese Instrumente haben den außerordentlichen Vorzug, daß sie in der Hauptsache wirksam sind, wenn man sie aus dem Wurzelkanal herauszieht. Damit werden die Feilspäne und mit ihnen auch das vorhandene infektiöse Material, Pulpafetzen usw. aus den Kanälen herausbefördert, eine Wirkung, die den schrauben- und bohrerförmigen Kerr-Erweiterern nur in beschränktem Maße zukommt."

In diese Reihe von Instrumenten gehören auch die Rattenschwanzfeilen nach Prinz. Es sind dies ausgesprochen feilende Instrumente und auch am gefahrlosesten als Feilen zu benutzen. Man kann sie natürlich auch durch drehende Bewegung in den Kanal vortreiben, was jedoch des spröden Materiales wegen nicht so unbedenklich wie bei den Hedströmfeilen getan werden kann. Diese sind wegen ihrer Korkzieherform gut zum Einschrauben in den Kanal geeignet. Beim Herausziehen schaben sie dann die Unebenheiten der Kanalwandung ab. Schlemmer urteilt: „. . . Bei den im Querschnitt ovalen oder biskuitförmigen Wurzelkanälen der Prämolaren leisten die Rattenschwanzfeilen der Antaeoswerke häufig recht gute Dienste.

Es finden sich häufig im Schrifttum Warnungen vor dem Gebrauche maschinell betriebener Instrumente. Es ist anzunehmen, daß die häufigen Instrumentenfrakturen lediglich durch eine zu hohe

Umlaufsgeschwindigkeit zustande kommen. Wenn ein Instrument sehr langsam rotiert, so liegt gar kein Grund vor, von einer besonderen Gefährlichkeit der mit der Bohrmaschine betriebenen Instrumente zu sprechen. Im Gegenteil! Ein sehr langsam, aber gleichmäßig arbeitendes Maschineninstrument wird viel weniger beansprucht, als ein ruckartig und in Abständen vorwärts getriebenes Handinstrument. Walkhoff empfiehlt für den Betrieb von Maschineninstrumenten besondere Hand- und Winkelstücke, durch welche die Umdrehungsgeschwindigkeit auf ein Zehntel reduziert wird (Abb. 3). Auch Reduzierzwischenstücke sind gut verwendbar, die vor jedes Hand- oder Winkelstück geschaltet werden können und die Tourenzahl auf ein Viertel vermindern (Abb. 4). Durch die

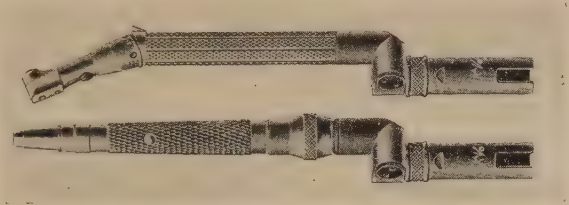


Abb. 3. Hand- und Winkelstück für die Wurzelbehandlung. Diese Instrumente reduzieren die Geschwindigkeit der Bohrmaschine auf ein Zehntel. (Aus: Walkhoff, Lehrbuch der konservierenden Zahnheilkunde.)

Abb. 4. Reduzierzwischenstück, vermindert die Geschwindigkeit der Bohrmaschine auf ein Viertel. (Aus: Katalog der Firma Huber, Karlsruhe.)

Kupplung mit einem solchen Zwischenstück, das etwa 45 Gramm wiegt, erfährt ein Hand- oder Winkelstück eine Gewichtsvermehrung, die sich beim Arbeiten mit Bohrmaschinen, die einen Bohrschlauch tragen, nicht aber bei solchen mit Dorriotgestränge, störend bemerkbar macht.

Ueber Anwendung und Zuverlässigkeit von Wurzelkanalinstrumenten kann folgendes gesagt werden:

1. Es gibt kein Instrument für die Wurzelbehandlung, das absolut bruchsicher ist.
2. Es gibt kein Instrument für die Wurzelbehandlung, das mit absoluter Sicherheit eine Perforation der Wurzel ausschließt.
3. Die Erfolgsaussichten beim Gebrauch aller genannter Instrumente sind bei gerade vorlaufenden Wurzelkanälen am größten.

Bei den Betrachtungen über die Wirkungsweise der Wurzelkanalinstrumente innerhalb der Zahnwurzel (Abschnitt 2) ist die Bedeutung der Form der Kronenpulpakammer für die Kanalerschließung absichtlich übergegangen worden. Praktisch bilden aber das Kavum der Kronenpulpa und der Wurzelkanal ein Ganzes und das Wurzelkanalinstrument wird durch die Wand der Kronenpulpakammer in gleichem Maße in seiner Richtung bestimmt wie durch die Kanalwand! Wenn nun schon ein gekrümmter Wurzelkanal einem Instrumente ungünstige Bedingungen bietet, so werden diese noch verschlechtert, wenn das Instrument außerdem noch durch eine unzweckmäßige Gestaltung der Kavität und der Kronenpulpakavums einen gekrümmten Weg zu passieren gezwungen ist und durch einen engen Kanaleingang geklemmt wird.

Die meisten Wurzelkanäle, die in der täglichen Praxis behandelt werden, sind mehr oder weniger obturiert und abgekrümmt. Will man in diesen Fällen zum Ziele kommen, so muß dem Kanalinstrument ein breiter, ungehinderter Zugang zu seinem eigentlichen Wirkungsbereich, dem apikalen Wurzeldrittel, verschafft werden, Kavität und Pulpakavum müssen so breit frei gelegt und der Kanalanfangsteil so stark erweitert werden, daß das Wurzelkanalinstrument erheblich weit eingeführt werden kann, ohne abgekrümmt zu werden, daß der gekrümmte Kanalteil zu Gunsten des gestreckten möglichst weitgehend reduziert wird.

Welche Bedeutung der Kavitätenpräparation und der Gestaltung des cervikalen Kanalabschnittes bei der Umwandlung eines gekrümmten Kanales in einen geraden zukommt und welche Methoden zu diesem Ziele führen, soll in den folgenden Abschnitten beschrieben werden.

4. Die Präparation der Kavität und des Kronenpulpakavums zur Durchführung von Wurzelbehandlungen.

Die Eröffnung einer Pulpakammer muß so weitgehend durchgeführt werden, daß diese in ihrer ganzen Breite freiliegt. Diese Forderung gilt in gleichem Maße für Front- und Seitenzähne.

Die Pulpakammer unterliegt wie das ganze Kanalsystem einer

fortschreitenden physiologischen Veränderung, die sich besonders in einer progressiven mehr oder weniger weitgehenden Verkleinerung zu erkennen gibt. Diese Raumeinengung erfährt noch quantitative und topographische Abänderungen (siehe Abb. 5) — meist im Sinne einer Steigerung derselben — durch kariöse Prozesse der Zahnhartsubstanzen bzw. durch Erkrankungen der Pulpa selbst. Hinzu kommt noch, daß die Struktur des Kanalsystems in höchstem Maße Schwankungen unterworfen ist und daß Stärke, Zahl und Verlauf der Wurzelkanäle sehr inkonstant sind. Diese Tatsachen zwingen zu einem breiten Freilegen der Pulpakammer ohne Rücksicht auf die Form der natürlichen Zahnkrone. Einer sachgemäßen Kanalfreilegung und -reinigung gebührt allen anderen Forderungen gegenüber der Vorrang.

Abb. 5 a—d. Längsschnitte von vier unteren Molaren. Die von den Weichteilen befreiten Pulpakammern sind mit schwarzem Wachs ausgefüllt, um die Anschaulichkeit zu erhöhen. Die Abbildungen zeigen eine verschieden stark ausgeprägte Einengung der Kronenpulpakammern und der Wurzelkanaleingänge durch Reizdentin; über dem Eingang des distalen Wurzelkanales des in c wiedergegebenen Molaren ein Dentikel.

Zunächst ist zu überlegen, von welcher Stelle aus, ohne Rücksicht auf kosmetische Forderungen und auf die Lage von Füllungen und kariösen Defekten, der für die Kanalausräumung erforderliche breite Zugang erzielt werden kann. Es muß eine vollkommene Uebersichtlichkeit des Pulpakammerbodens samt den Wurzelkanaleingängen sowie eine uneingeschränkte Beweglichkeit der Pulpenexstirpationsnadeln und Kanalerweiterer ermöglicht werden, außerdem ist für die Schaffung eines unbedingt geraden Zuganges zu den Kanälen Sorge zu tragen. Namentlich bei den Seitenzähnen sollte nie von diesen Grundsätzen abgewichen werden.

Nun wird geprüft, ob die breite Eröffnung der Pulpakammer von der evtl. bestehenden kariösen Stelle oder nur von einer völlig intakten Fläche des Zahnes aus erfolgen kann. Oft kann von einer

primär geschwächten Stelle ausgegangen und die intakte Kaufläche der Molaren oder die intakte linguale Fläche der Frontzähne sekundär einbezogen werden. Daß grundsätzlich auf angegebene Weise präpariert werden soll, wenn eine mechanische Kanalbearbeitung beabsichtigt ist, wird z. B. von Balters, Rebel und Münch zur unbedingten Forderung erhoben.

So müssen approximale, linguale oder bukkale Kavitäten der Molaren und Prämolaren immer auf die Kaufläche ausgedehnt werden. Die bukkalen Kanäle der oberen und die medialen der unteren Molaren sind oft sehr versteckt gelegen und machen eine weitgehende Entfernung der bukkalen Kronenwand der oberen bzw. der medialen oder mediobukkalen Kronenwand der unteren Molaren erforderlich. Besonders die bukkale Wand der oberen Molaren überdeckt oft die an ihrem Uebergang in den Kammerboden liegenden Eingänge zweier Kanäle. Ebenfalls ist im Unterkiefer die bukkale Wand oft ein Hindernis, und zwar um so mehr, je stärker die Zähne nach lingual geneigt sind. Hier muß abgesehen von der medialen auch noch ein Teil der bukkalen Wand entfernt werden.

Für Prämolaren mit approximaler Karies ist eine Ausdehnung der Kavität auf die Kaufläche ebenfalls notwendig. Bei zweiwurzligen oberen Prämolaren zweigen die beiden Wurzelkanäle bukkal und palatinal in großer Wandnähe ab und die beiden Pulpenhörner ziehen in relativ großer Entfernung voneinander in die entsprechenden Höcker. Daher muß die Kavität in transversaler Richtung erheblich ausgedehnt werden, was unter Umständen zu einer Entfernung der Höcker zwingen kann.

Zur Präparation der Kavitäten im Frontzahnbereich schreibt Münch folgendes:

„Bei Frontzähnen . . . . müssen gleichzeitig kosmetische Richtlinien eingehalten werden, während solche bei Backen- und Mahlzähnen keine überragende Rolle spielen. Aus diesen Gründen erfolgt die Eröffnung äußerlich intakter Frontzähne immer von der palatinalen bzw. lingualen Schmelzfläche aus, in der Gegend des sog. Foramen des Zahnes. Außerdem ist der Weg, den das Wurzelkanalinstrument zu nehmen hat, von dieser Stelle aus am kürzesten und es kann gleichzeitig in paralleler Richtung mit dem Verlaufe des Wurzelkanales in letzteren eingeführt werden. . . . Bei Frontzähnen, die eine approximale Karies tragen, ist es auch vielfach nicht ohne weiteres möglich, das Instrument in den Wurzelkanal weitgehend einzuführen. Auch in diesen Fällen muß die seitliche Kavität nach der palatinalen bzw. lingualen Fläche des Zahnes verbreitert werden, um einen gängigen geraden Weg nach dem Apex zu finden. Bei Zahnhalskavitäten wird zweckmäßigerweise immer, auch wenn die Arseneinlage von dieser Stelle aus erfolgt ist, die Pulpaentfernung durch Ausbohrung eines separaten Einganges am Foramen des Frontzahnes einfach und zweckmäßig gestaltet. Diese zweite Kavität bedeutet keine wichtige Schwächung des Zahnes und ermöglicht allein die Durchführung einer ordnungsgemäßen Wurzelbehandlung."

Am Anfang dieses Abschnittes wurde schon auf die Erschwerung der Arbeit durch sekundäre Veränderungen der Pulpakammer hingewiesen. Es sollen nun zunächst die Raumveränderungen der Kronenpulpakammer besprochen und einige Hinweise auf eine zweckmäßige Präparationstechnik gegeben werden.

Häufig erfahren primär normal große Pulpakammern durch die Bildung von Reizdentin oder von Dentikeln (siehe Abb. 5) eine mehr oder weniger erhebliche Raumeinengung. Vollständige Ausfüllungen finden sich an den Zähnen im höheren Lebensalter, besonders aber an solchen Zähnen, die eine starke Abkauung erfahren haben. Die Obstruktion ist umso stärker, je mehr der Zahn abgekaut ist. Das Kavum der Kronenpulpa verschmälert sich fast ausschließlich in der Richtung der Zahnachse. Der größte Teil des neu gebildeten Dentins lagert sich am Dach der Pulpakammer an und verlegt dieses so allmählich in cervikaler Richtung. Bei mehrwurzeligen Zähnen wächst diesem Reizdentin eine ähnlich umfangreiche Masse vom Boden der Pulpakammer, von der Bifurkation her, entgegen. Der Umfang dieser Neubildungen kann so groß sein, daß der von ihnen eingeschlossene Raum bis auf einen sich parallel zur Kaufläche ausdehnenden Spalt reduziert wird oder praktisch ganz verschwindet. Hieraus ergibt sich die Forderung, niemals bei der Präparation der Pulpakammer eines Molaren von der Mitte der Kaufläche aus gegen die Pulpakammer vorzustoßen, denn wenn eben beschriebene Reizdentinbildungen vorhanden sind, so ist es gut möglich, daß man mit dem Bohrer nicht wie bei jugendlichen Zähnen bei der Präparation gewissermaßen in das Kavum „hineinfällt", sondern den Uebergang vom Dentin des Pulpakammerdaches zu dem des Pulpakammerbodens garnicht bemerkt und das Zahnbein der Bifurkation anpräpariert oder gar perforiert! Viel zweckmäßiger ist es, das Zahnbein in breiter Ausdehnung fortzunehmen, bis ein Pulpenhorn freigelegt ist. Dieses kann durch Sondieren leicht festgestellt werden. Jetzt wird von dieser Eröffnungsstelle aus mit kleinen Rosenbohrern, parallel zur Kaufläche präparierend, in transversaler und sagittaler Richtung das Dentin des Pulpakammerdaches fortgenommen und dadurch weitere Pulpenhörner freigelegt. Wird nun der Verbindungslinie der Pulpenhörner mit einem feinen Rosenbohrer nachgegangen, so wird das Pulpakammerdach von den Wänden abgetrennt und läßt sich in toto entfernen. Nunmehr müssen die überstehenden Ränder des Pulpadaches abgefräßt und die Kammerwände geglättet werden. Für diese Aufgabe scheint ein fissurenbohrerartiges Instrument mit abgerundeter, also nicht fräsender Spitze, das mit dem Winkelstück betrieben wird, besonders geeignet zu sein, da bei dessen Gebrauch eine Perforation der Wand nicht zu be-

fürchten ist. Außerdem läßt sich mit beschriebenem Instrument, dessen Spitze in der Mündung eines Wurzelkanales rotiert und von dieser geführt wird, eine sehr zweckmäßige Ausfräsung der Kammerwand von der Form eines in seiner Achsenrichtung halbierten Zylinders erzielen, die, gerade über der Mündung des Wurzelkanales angelegt, wesentlich zu dessen Uebersichtlichkeit beiträgt.

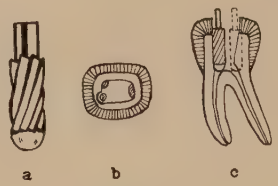


Abb. 6.
a) Zylindrische Fräse mit abgerundeter glatter Spitze, für die Präparation der Kronenpulpakammer.
b) Horizontalschnitt einer unteren Molarenkrone, deren Pulpakammerwand über einem medialen Kanal mit der abgebildeten Fräse (Abb. 6 a) präpariert ist; die Mündung des genannten Kanales (schraffiert) ist in vollem Umfange zu sehen, während die übrigen zwei Kanäle von der Kammerwand teilweise überdeckt werden.
c) Sagittalschnitt eines unteren Molaren; die Fräse wird mit ihrer Spitze in der Mündung eines Kanales geführt; die Wand oberhalb des distalen Kanales ist noch nicht präpariert.

In der Abbildung 6 a wird das genannte Instrument wiedergegeben; Abbildung 6 b zeigt den Horizontalschnitt einer Molarenkrone (unterer Molar), deren Pulpakammerwand über einem medialen Kanal in der oben beschriebenen Form präpariert ist; die Mündung des genannten Kanales (schraffiert) ist in vollem Umfange zu sehen, während die übrigen zwei Kanäle von der Pulpakammerwand teilweise überdeckt werden. Abbildung 6 c zeigt den Sagittalschnitt eines unteren Molaren; die Fräse wird mit ihrer Spitze in der Mündung eines Kanales geführt; die Wandung oberhalb des distalen Kanales ist noch nicht präpariert.

5. Die Bedeutung der Erweiterung der Wurzelkanaleingänge für die mechanische Kanalbearbeitung.

Genau so, wie das Kronenpulpakavum infolge des Alterns, einer starken Abkauung oder bedingt durch kariöse Prozesse eine Einengung durch die Bildung von Reizdentin erfährt, unterliegen auch die Hohlräume der Zahnwurzeln einer Umbildung.

Die Wurzelkanäle verengern sich konzentrisch, sodaß allmählich nur noch ein ganz dünner kapillarer Kanal vorhanden ist, der zuletzt ganz ausgefüllt werden kann. Eine praktisch sehr wichtige Prädilektionsstelle für Reizdentinbildungen findet sich unmittelbar apikalwärts hinter der Abgangsstelle des Kanales von der Pulpakammer. Dadurch wird besonders der Eingang in den Wurzelkanal stark verengt, während oft jenseits der Einschnürung ein mehr oder weniger enges Lumen besteht. Diese Einschnürungen müssen unbedingt entfernt werden, denn einerseits würde durch sie ein eingeführtes Wurzelkanalinstrument geklemmt und bei der Arbeit behindert, andererseits sind an sich schon in diesem Bereich umfangreiche Erweiterungen des Kanales notwendig, denn unser Ziel ist es doch nach dem früher Gesagten, den gekrümmten Teil eines Kanales zu Gunsten des gerade oder fast gerade verlaufenden Teiles möglichst zu reduzieren. Neben der Erweiterung des Kanaleinganges ist eine trichterförmige Gestaltung des gesamten Kanales anzustreben, denn diese Kanalform gestattet den für die Aufbereitung des am weitesten apikal gelegenen Kanalteiles bestimmten Instrumenten eine ungehemmte Beweglichkeit. Außerdem wird dadurch die Reinigung des Kanales (Papierspitzen!) und dessen spätere Füllung wesentlich erleichtert, worauf u. a. Rebel und Balters hingewiesen haben.

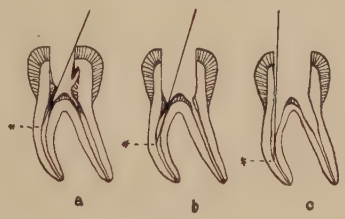


Abb. 7.

a) Unterer Molar mit ungenügend eröffneter Pulpakammer, Reizdentinbildungen an der Pulpakammerwand und im Wurzelkanaleingang erschweren das Einführen eines Instrumentes. (Reizdentinbildungen schraffiert gezeichnet.)
b) Die Pulpakammerwand ist oberhalb der Kanaleingänge mit der in der Abb. 6a gezeigten Fräse präpariert. Dadurch kann das Wurzelkanalinstrument in einer steileren Richtung und tiefer in den Kanal eingeführt werden, ohne abgebogen zu werden, als dies bei a der Fall ist.
c) Die Pulpakammerwand ist wie bei b präpariert, außerdem ist der Wurzelkanaleingang trichterförmig erweitert. Ein beträchtlicher Teil des primär erheblich gekrümmten Wurzelkanales (Abb. 7a) ist in einen geraden umgewandelt, sodaß ein Wurzelkanalinstrument verhältnismäßig weit in den Kanal vorgeschoben werden kann, ohne abgebogen zu werden.

Wie wichtig neben der Kavitätenpräparation die ausreichende Erweiterung des Einganges eines Kanales für dessen mechanische Bearbeitung ist, soll durch Zeichnungen erläutert werden.

Die Abbildung 7 a zeigt einen unteren Molaren mit ungenügend eröffneter Pulpakammer. Das Einführen eines Wurzelkanalinstrumentes ist durch Reizdentinbildungen an der Wand der Pulpakammer und im Kanaleingang sehr erschwert; das Instrument kann nur eine verhältnismäßig kurze Strecke in den Wurzelkanal vorgeschoben werden, ohne abgebogen zu werden.

Die Wand der Pulpakammer des in der Abbildung 7 b dargestellten Zahnes ist oberhalb der Kanaleingänge mit der im vorigen Abschnitt besprochenen Fräse (Abb. 6 a) präpariert. Dadurch ist das Einführen eines Wurzelkanalinstrumentes in einer steileren Richtung möglich geworden; auch dringt es, ohne abgebogen zu werden, viel tiefer in den Kanal ein als es im vorgenannten Falle möglich war.

Verbindet man nun die beschriebene spezielle Präparation der oberhalb des Kanaleinganges befindlichen Pulpakammerwand mit einer möglichst weitgehenden trichterförmigen Erweiterung des Kanaleinganges, die die beschriebene, durch Reizdentinbildung bedingte Einschränkung völlig beseitigt und darüber hinaus einen allmählichen, stufenfreien Uebergang der Pulpakammer in die mittleren Kanalabschnitte herstellt, so ist tatsächlich ein beträchtlicher Teil des primär erheblich gekrümmten Kanales in einen geraden umgewandelt (Abb. 7 c).

Jedes benutzte Wurzelkanalinstrument kann erheblich tiefer in den Kanal eingeführt werden, ohne deformiert zu werden, als dies in dem durch Abbildung 7 a dargestellten Falle möglich wäre. Erst in viel größerer Nähe des Apex wird ein Instrument durch den gekrümmten Verlauf des apikalen Kanalteiles selbst abgebogen. Es erübrigt sich vollkommen, im einzelnen zu erläutern, daß die Gefahr der Perforation und der Instrumentenfraktur für den Beutelrockbohrer wie für den Kerrerweiterer, für die Feilen nach Hedström wie für die nach Prinz, für Maschinen- wie für Handinstrumente, durch die beschriebene vorbereitende Präparation von Kavität und Kanaleingang ganz erheblich vermindert wird.

Während man zur Kavitätenpräparation, abgesehen von der in der Abbildung 6 a dargestellten Fräse, keiner besonderen Hilfsmittel bedarf, sind zur Präparation der Kanaleingänge ganz spezielle Instrumente hergestellt worden, von denen einige im folgenden Abschnitt besprochen und auf ihre Wirkungsweise hin untersucht werden sollen.

6. Untersuchung der Wirkungsweise einiger Wurzelkanaleingangserweiterer.

Wir haben mit den Instrumenten von Schröder und Balters, mit dem Bohrer von Lapuse und dem Gleitbohrer von Gates, welch letztere bereits im zweiten Abschnitt von uns als Kanalerweiterer nicht empfohlen und nur für die Präparation der Kanaleingänge als geeignet bezeichnet wurden, Versuche an Zähnen vorgenommen, deren Krone in der Nähe des Pulpakammerbodens abgeschnitten wurde. Wenn ausschließlich obere und untere Molaren benutzt wurden, so geschah dies in der Ueberzeugung, daß Methoden, die im komplizierten Seitenzahnbereich zum Ziele führen, sich im relativ einfachen Frontzahn- und Prämolarengebiet erst recht bewähren werden.

Nach der Präparation der Zähne wurden diese in sagittaler Ebene zerlegt, sodaß bei den unteren Molaren die bukkalen Kanäle bzw. Kanalteile, bei den oberen Molaren die bukkalen bzw. der palatinale Kanal freigelegt wurden. Um bei der fotografischen Abbildung der Präparate einen guten Kontrast zu bewirken, wurden die Kanäle mit schwarzem Wachs ausgefüllt.

Die bei der Präparation benutzten Instrumente von Schröder, Gates, Lapuse und Balters sind in genannter Reihenfolge in der Abbildung 8 a—d wiedergegeben.

Die Präparate werden in der Abbildung 9 gezeigt. Sie sind in der gleichen Weise wie die Instrumente geordnet und reihenweise von links nach rechts zu betrachten. Die zusätzliche fünfte Reihe zeigt nacheinander den palatinalen Kanal eines oberen Molaren, einen oberen Eckzahn und weiterhin einen unteren Molaren, der von medial aufgenommen wurde. Die Reihen 1—5 geben den palatinalen, danach die bukkalen Kanäle eines oberen Molaren und zuletzt die eines unteren Molaren wieder.

Das Instrument von Schröder ist ein Handinstrument (Abb. 8 a). Das Arbeitsende ist durch einen schlanken Schaft mit dem gerippten Griff verbunden und weist dreieckige Flächen auf, die sich mit scharfen Kanten berühren und in einer Spitze auslaufen. Das Instrument muß unter Druck im Kanaleingang gedreht werden. Bei geraden Kanälen angewandt, ist es wenig gefährlich (Abb. 9/1 a), jedoch schneidet es bei gekrümmten Kanälen wegen seiner Starrheit bei intensiver Bearbeitung leicht eine Stufe in deren Wandung ein, die evtl. zu einer Perforation führen oder die weitere mechanische Aufbereitung der Kanäle erschweren kann. (Abb. 9/1 b u. c). Außerdem bricht die feine Spitze leicht ab, wie wir bei unseren Versuchen feststellen mußten. Das Instrument darf auf keinen Fall

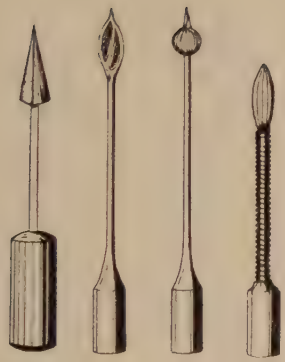
tief in den Kanal eingeführt werden! Die erwünschte trichterförmige Gestaltung des Kanales wird nur mäßig angebahnt.

Der Gleitbohrer nach Gates (Abb. 8b) wird in 11 Größen geliefert und ist maschinell zu betreiben. Sein langer, schlanker, elastischer Schaft trägt den ovalen, länglichen Bohrerkopf, dessen Schneiden in steiler Richtung zur Spitze ziehen und in einem kurzen, glatten Konus, der dem Bohrer zur Führung dient, endigen. Kleine Exemplare des Bohrers können für die allererste Eröffnung eines Kanales recht wertvolle Dienste leisten, vor dem Gebrauch der größeren Nummern und vor einem tieferen Einführen derselben in den Kanal muß aber gewarnt werden, da der infolge des starken Angreifens des Bohrers auftretende Widerstand leicht zu einer Fraktur führt. Die Abbildung 9/2a—c zeigt, daß die Gestaltung des Kanaleinganges erheblich günstiger ist als die mit dem Instrument nach Schröder erreichte. Die Andeutung einer Trichterform ist jedenfalls vorhanden.

Der Bohrer nach Lapuse zeigt eine dem vorgenannten Instrumente ähnliche Konstruktion. Sein Kopf hat die Form eines Rosenbohrers, dem ein glatter, spitzer Kegel aufgesetzt ist (Abb. 8c). Der Bohrer wurde bereits früher besprochen; (siehe Seite 14). Die Ergebnisse bei der Präparation des Kanaleinganges sind nicht günstig, da dieser kugelig ausgefräst wird und damit eine deutlich abgesetzte Stufe zustande kommt, die doch auf Grund früherer Ueberlegungen (siehe Seite 19) gerade vermieden werden soll!

Als viertes Instrument soll der Wurzelkanaleingangserweiterer nach Balters (Abb. 8d) besprochen werden. Das Instrument besitzt einen flammenförmigen Fräskopf, der von einer sehr biegsamen Spirale getragen wird. Dadurch kann das Instrument in jeder Richtung arbeiten. Es ist von der Haltung des Hand- oder Winkelstückes unabhängig. Gerade diese Tatsache schließt die bei den obengenannten Instrumenten stets zu befürchtende Fraktur weitgehend aus! Die Konstruktion des Bohrers verhütet eine Perforation und eine Stufenbildung im Wurzelkanal und erweitert dessen Eingang trichterförmig mit fließendem Uebergang in den nicht präparierten Abschnitt (Abb. 9/4a—c und Abb. 10).

Wir haben Versuche darüber angestellt, wie weit der Bohrer von Balters einem Wurzelkanale zu folgen vermag; zwei präparierte Zähne sind in der Abbildung 9/5b u. c wiedergegeben. Es konnte festgestellt werden, daß der Bohrer sich solange im Kanale vorarbeitet, wie dessen Lumen der Bohrerspitze eine Führung gibt. Wird gegen den Apex hin das Lumen sehr eng, so stellt auch der Balters bohrer seine Arbeit ein, aber in diesem Falle wäre von keinem Instrument eine Mehrleistung zu erwarten! Das Instrument



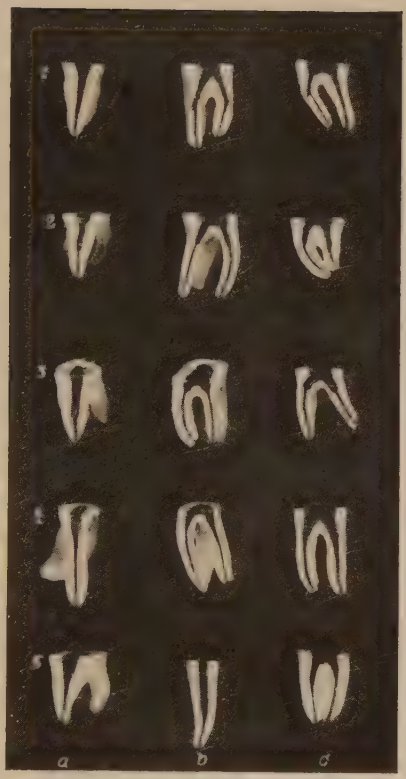


Abb. 8.
a) Wurzelkanaleingangserweiterer nach Schröder, Handinstrument.
b) Gleitbohrer nach Gates.
c) Bohrer nach Lapuse.
d) Wurzelkanaleingangserweiterer nach Balters.
Die Instrumente von b—d sind Maschineninstrumente und werden für Hand- und Winkelstücke hergestellt.

Abb. 9. Schliffe von Zähnen, deren Wurzelkanäle mit verschiedenen Instrumenten präpariert sind. Die Kronen der Zähne sind in der Nähe des Pulpakammerbodens abgeschnitten. Pulpakammern und Wurzelkanäle sind zwecks Erreichung eines besseren Kontrastes bei der fotografischen Aufnahme mit schwarzem Wachs ausgefüllt.

Abb. 10. Zwei obere (a und b) und zwei untere (c und d) Molaren, deren Kronen unmittelbar oberhalb der Birfurkation abgeschnitten sind. Die Kanaleingänge sind bei a und c unbearbeitet, bei b und d dagegen mit dem Wurzelkanaleingangserweiterer nach Balters präpariert. Die Wände der Pulpakammern sind oberhalb der Wurzelkanaleingänge, die mit schwarzem Wachs ausgefüllt sind, ein wenig konisch ausgefräst, um eine gute Uebersichtlichkeit zu gewähren.

hat den anderen Instrumenten gegenüber noch einen großen Vorteil: Man kann damit, ohne ein Zerbrechen befürchten zu müssen, pendelnde Bewegungen ausführen, die den Trichter vergrößern! Die Abbildung 9/a zeigt deutlich das Ergebnis. Während die Bohrer nach Gates und Lapuse nur sehr langsam rotieren dürfen, ist beim Gebrauche des Balters bohrers eine verhältnismäßig hohe Umdrehungszahl angebracht; ein Festklemmen ist unmöglich. Die Bohrung hat in kurzen Abständen zu erfolgen, damit der Kanaleingang wie der Fräskopf von Feilspänen befreit werden können.

Der Balters bohrer wird in den Größen 0, 1 und 2 geliefert: die Unterschiede liegen im Kopfdurchmesser (1,50, 1,75 und 2,00 mm), während dessen Länge etwa 5 mm beträgt. Es genügt der Besitz von Bohrern für das Winkelstück, da deren Anwendungsbereich vielseitiger ist als der mit dem Handstück betriebenen.

Die weitgehende trichterförmige Verbreiterung des Kanaleinganges im Hinblick auf eine mechanische Bearbeitung des gesamten Wurzelkanales ist bereits hinreichend begründet worden; sie ist aber auch dann, wenn man die apikalen Kanalabschnitte unberührt lassen will, also im Falle einer Amputation, sehr zu empfehlen. Erstens wird der Amputationsquerschnitt weiter apikal verlegt und dadurch verkleinert, zweitens „bietet sich", wie von Reckow schreibt, „der besondere Vorzug der Versenkung der Paste (Amputationspaste, d. Verf.) im Wurzelkanaleingang, wobei das Pastendepot seine äußeren Grenzen in der Ebene des Bodens der Kronen-

pulpakammer findet. In diesem Fall bleibt also der Raum der Kronenpulpa ganz frei von Paste, sodaß die Boden- und Wandverklebung des (als Zwischenfüllung angebrachten, d. Verf.) Zementes in keiner Weise gefährdet ist . . . .". von Reckow hat bei der Erweiterung der Kanaleingänge die verschiedensten Bohrertypen erprobt und ist seit Jahren zum regelmäßigen Gebrauch des Wurzelkanaleingangserweiterers nach Balters übergegangen.

7. Der maximale Abstand der Molaren des Ober- und Unterkiefers bei geöffnetem Munde in seiner Bedeutung für die Anwendung von Maschineninstrumenten bei der Wurzelbehandlung im Seitenzahnbereich.

Es ist eine bekannte Tatsache, daß die Präparation von Kavitäten im Seitenzahnbereich zuweilen dadurch erschwert wird, daß der Patient den Mund nur ungenügend weit öffnen kann, wodurch der für das Arbeiten mit normalem Winkelstück nebst den entsprechenden Bohrern erforderliche Abstand zwischen den Kauflächen der Molaren nicht erreicht wird. Man ist diesen Schwierigkeiten durch die Herstellung von „Liliput"- oder Miniaturwinkelstücken und von Bohrern in entsprechend klein gehaltenen Ausmaßen begegnet. Die gleichen Schwierigkeiten, die auch für die mit dem Winkelstück betriebenen Wurzelkanalinstrumenten bestehen, sind noch nicht überwunden. Wir haben an 20 Patienten den Abstand der zweiten Molaren des Ober- und Unterkiefers bei maximaler Mundöffnung gemessen und einen mittleren Wert von 28 mm gefunden; der kleinste Abstand betrug 21, der größte 33 mm. Da der Abstand der Kanaleingänge eines Molaren von dessen Kaufläche etwa 8—10 mm beträgt, so besteht für die Wurzelkanalinstrumente praktisch ein Spielraum von 28 + 9 mm = 37 mm als Mittelwert, der für einen Beutelrockbohrer beispielsweise mit einer Länge von 35 mm ausreichen würde, während die Reibahle nach Walkhoff, die mit ihrem Halter zusammen 39 mm mißt, bereits einen größeren Spielraum beansprucht. Bei diesen Betrachtungen sind wir vom Durchschnittswert ausgegangen. In vielen Fällen wird dieser Durchschnittswert aber nicht erreicht; außerdem sind die Patienten nicht in der Lage, während der Sitzung für eine Wurzelbehandlung dauernd die maximale Mundöffnung beizubehalten. Hieraus ergibt sich, daß sich die Länge der oben angeführten Instrumente oft störend bemerkbar machen muß.

Der Längsdurchmesser des Kopfes eines normalen Winkelstückes beträgt etwa 12—15 mm, der eines Miniaturwinkelstückes dagegen nur etwa 9,5 mm. Würde man die Schäfte der Wurzelkanalinstru-

mente derartig verkürzen, daß sie mit Miniaturwinkelstücken zu betreiben wären, so verringerte sich die Gesamtlänge um 2,5—5,5 mm! Dadurch würde der Gebrauch von maschinell betriebenen Instrumenten auch dort möglich sein, wo sonst nur Handinstrumente angewandt werden können.

8. Zusammenfassung.

Zum Schlusse unserer Betrachtungen soll das Wesentliche des Inhaltes vorliegender Arbeit zu einer gedrängten Uebersicht zusammengefaßt werden.

Wir hoffen, durch die Wiedergabe der Ansichten und Erfahrungen verschiedener Autoren sowie durch die Berichte über eigene Untersuchungen die Erkenntnis vermittelt zu haben, daß für die erfolgreiche Durchführung einer mechanischen Wurzelkanalbearbeitung die anatomischen Verhältnisse der Zahnwurzeln bzw. ihrer Kanäle von ausschlaggebender Bedeutung sind. Es soll noch einmal klar herausgestellt werden, daß es kein Universalinstrument für die mechanische Wurzelkanalbearbeitung gibt und geben kann, welches einerseits die völlige Erschließung der Wurzelkanäle garantiert und andererseits die Gefahr einer Instrumentenfraktur und Zahnwurzelperforation ausschließt.

Um Mißerfolge zu vermeiden, sollte daher in jedem Falle die Frage, ob die jeweiligen anatomischen Verhältnisse der Zahnwurzeln bzw. der Wurzelkanäle eine ausreichende mechanische Bearbeitung überhaupt als möglich erscheinen lassen, geprüft werden; hierbei spielt die Herstellung von Röntgenaufnahmen eine große Rolle.

Scheinen die Schwierigkeiten unüberwindlich zu sein, so halten wir es für zweckmäßig, von vornherein auf eine mechanische Bearbeitung der Wurzelkanäle zu verzichten, auch wenn die Erhaltung des fraglichen Zahnes damit aufgegeben wird. Gegebenenfalls kann, wenn eine exakte Wurzelkanalbearbeitung bis zur Wurzelspitze nicht durchzuführen ist, der unzugängliche Teil der Wurzel durch Resektion entfernt werden.

Für die vielen Fälle, die auf Grund des anatomischen Befundes nicht als „aussichtslos", sondern nur als „schwierig" anzusehen sind, gilt als oberster Grundsatz die „Umwandlung des primär gekrümmten Kanales in einen geraden". Die breite Eröffnung der Pulpakammer, die Freilegung der Wurzelkanaleingänge und deren trichterförmige Erweiterung führen zu diesem Ziele.

Zum Schluß der Arbeit danke ich Herrn Prof. Dr. Hans Fliege für die Genehmigung, im Zahnärztlichen Institut arbeiten zu dürfen. Herrn Prof. Dr. von Reckow danke ich für die Überlassung des Themas und die bei seiner Bearbeitung gegebenen Ratschläge.

Schrifttum

Balters: Die montierte Reibahle und der rotierende Pastenstopfer und ihre Bedeutung bei der Wurzelbehandlung. Z. R. 1929, Nr. 20.

— — Aus der Praxis der konservierenden Zahnheilkunde. Verlag H. Meusser/Berlin 1933.

Euler: Klinische Diagnostik und Röntgenzwang in der Zahnheilkunde. D. Z. W. 1932.

Lapuse: Erleichterung der Wurzelbehandlung und -füllung durch einen neuen Wurzelkanalbohrer. Z. R. 1931, Nr. 37.

Münch: Pulpa- und Wurzelbehandlung. Verlag H. Meusser/Leipzig.

von Reckow: Gedanken zum gegenwärtigen Stand der Pulpa- und Wurzelbehandlung. D. Z. W. 1939, Nr. 23 u. Nr. 24.

Rebel: Lehrbuch der konservierenden Zahnheilkunde. Verlag Lehmann/München/Berlin.

Schlemmer: Ueber die Wurzelbehandlung mit besonderer Berücksichtigung der Wurzelkanalerweiterung. Zeitschr. f. Stom. 1925, Nr. 6.

Siegel: Behandlung durch Instrumente bei der Präparierung von Wurzelkanälen. Korrespondenzblatt f. Zahnärzte 1910.

Stein: Untersuchungen über die Durchgängigkeit der Wurzelkanäle an 500 Zähnen. Zeitschr. f. Stom. 1929.

Stoebbe: Erleichterung der Wurzelkanalbehandlung und -füllung durch einen neuen Wurzelkanalbohrer. Z. R. 1931, Nr. 50.

Walkhoff: Lehrbuch der konservierenden Zahnheilkunde. Verlag H. Meusser/Berlin 1931.

— — Mein System der medikamentösen Behandlung schwerer Erkrankungen der Zahnpulpa und des Periodontiums. Verlag H. Meusser/Berlin 1930.

Lebenslauf

Am 11. 4. 1916 wurde ich als Sohn des kaufm. Grubenbeamten Ludwig Schlottmann und dessen Ehefrau Alma, geb. Kortmann, in Habinghorst geboren. Nach vierjährigem Besuch der Grundschule besuchte ich 9 Jahre das Realgymnasium in Castrop-Rauxel, wo ich 1935 die Reifeprüfung mit „Gut" bestand. Anschließend absolvierte ich mein Arbeitsdiensthalbjahr und begann im Wintersemester 1935/36 mit dem Studium der Zahnheilkunde in Marburg, wo ich nach 3 Semestern die zahnärztliche Vorprüfung mit „Sehr gut" und nach weiteren 4 Semestern das zahnärztliche Staatsexamen — ebenfalls mit „Sehr gut" — bestand. Mein Studium wurde nicht unterbrochen; zu einer elfwöchigen militärischen Uebung wurde ich während der Semesterferien im Herbst 1938 einberufen. Ich bin seit dem 13. 5. 1939 approbierter Zahnarzt; in meinem 8. Studiensemester begann ich mit der Anfertigung meiner Dissertation. Seit dem 21. 8. 1939 bin ich als Vertreter bezw. als Assistent in einer zahnärztlichen Praxis tätig.

Meine akademischen Lehrer waren die Professoren und Dozenten in Marburg:

Baars, Becher, Boeminghaus, Dittler, Elbrecht, Fliege, Gremels, Grüneisen, Jakobshagen, Kunzendorf, Lauber, Loebell, Meerwein, Pfannenstiel, von Reckow, Rix, Ruete, Schedtler, Strecker, Versé.